

**ANALISA PEMBENTUKAN MANGKUK BAHAN
ALUMINIUM DENGAN METODE METAL *SPINNING*
MENGUNAKAN VARIASI KETEBALAN BAHAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

NUR SETIAJI

D 200 150 210

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA PEMBENTUKAN MANGKUK BAHAN ALUMINIUM
DENGAN METODE METAL *SPINNING* MENGGUNAKAN VARIASI
KETEBALAN BAHAN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

NUR SETIAJI
D 200 150 210

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
pembimbing



Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PEMBENTUKAN MANGKUK BAHAN ALUMINIUM
DENGAN METODE METAL *SPINNING* MENGGUNAKAN VARIASI
KETEBALAN BAHAN**

OLEH

NUR SETIAJI

D 200 150 210

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Univesitas Muhammadiyah Surakarta
pada hari Kamis, tanggal 09 Januari 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan penguji:

1. Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

2. Ir. Sunardi Wiyono, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Ir. Agung Setyo Darmawan, M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D. IPM

NIK. 682

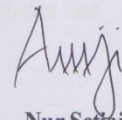
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 20 Januari 2020

Penulis



Nur Setfaji

D200150210

ANALISA PEMBENTUKAN MANGKUK BAHAN ALUMINIUM DENGAN METODE METAL *SPINNING* MENGGUNAKAN VARIASI KETEBALAN BAHAN

Abstrak

Salah satu metode untuk pembentukan logam yaitu dengan proses spinning. Proses spinning adalah proses pembentukan plat logam yang berbentuk lingkaran dengan memutar plat dengan kecepatan tinggi lalu diberikan tekanan menggunakan roller secara teratur sehingga bentuknya akan mengikuti bentuk dari cetakan (mandrel). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi tebal plat pada proses spinning terhadap kekasaran permukaan dan perubahan ketebalan akhir yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan plat aluminium yang diproses menggunakan metal spinning. Proses penelitian dilakukan dengan variasi ketebalan plat 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm. Pengujian kekasaran menggunakan (Surface Roughness Tester TR200) dan pengujian ketebalan menggunakan (Mikrometer Sekrup Digital). Hasil penelitian kekasaran permukaan terbaik dihasilkan pada penggunaan tebal plat 1 mm yaitu pada bagian 1 sebesar 0,842 μm , pada bagian 2 sebesar 0,614 μm , dan pada bagian 3 sebesar 0,475 μm . Hasil pengukuran ketebalan menunjukkan bahwa perubahan ketebalan paling besar menggunakan tebal plat 1 mm dan perubahan ketebalan paling kecil menggunakan tebal plat 1,4 mm.

Kata Kunci: Metal Spinning, Aluminium, Kekasaran, Ketebalan Plat

Abstract

One method for forming the metal is spinning process. Spinning process is the process of formation ring-shaped metal plate with plate rotate at high speed and pressurized using roller regularly, so that the shape will follow the shape of the mold (mandrel). The aim of the research was to determine the effect of plate thickness variation on spinning process to the surface roughness and thickness change in the end of the result. This study was conducted using an aluminum plate material processed using metal spinning. The research process was done by varying the thickness plate 1 mm, 1.2 mm and 1.4 mm. Surface roughness testing using test equipment roughness (Surface Roughness Tester TR200 type with ISO standards). Thickness testing using a (Micrometer Screw Digital). The best surface roughness research results were produced on the use of 1 mm plate thickness that part 1 is 0.842 μm , in part 2 is 0.614 μm , and in section 3 is 0.475 μm . The thickness measurement results show that the greatest thickness change uses a plate thickness is 1 mm and the smallest thickness change uses a plate thickness of 1.4 mm.

Keywords: Metal Spinning, Aluminium, Roughness, Thickness Plate

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi dalam bidang industri, proses manufaktur memiliki peran penting dalam peningkatan hasil produksi. Dalam proses produksi sering memanfaatkan teknik pembentukan logam karena dianggap lebih cepat dan dapat menghemat biaya produksi.

Salah satu metode untuk pembentukan logam yaitu dengan proses *spinning*. Proses *spinning* adalah proses pembentukan plat logam pembentukan plat logam yang berbentuk lingkaran dengan memutar plat dengan kecepatan tinggi lalu diberikan tekanan menggunakan roller secara teratur sehingga bentuknya akan mengikuti bentuk dari cetakan (*mandrel*). Proses *spinning* menghasilkan produk yang berbentuk tabung, kerucut, sesuai dengan pola (*mandrel*) yang digunakan.

Plat yang digunakan dalam proses *spinning* salah satunya adalah aluminium. Karena aluminium memiliki sifat ulet dan tahan korosi serta memiliki masa yang ringan dan harga yang terjangkau sehingga sering digunakan sebagai bahan baku produksi dalam bidang manufaktur.

Pada proses *spinning*, hasil produk diharapkan mempunyai ketebalan akhir dan kekasaran permukaan yang baik. Namun pada hasil proses *spinning* sering terjadi kekasaran permukaan yang berbeda-beda. Hal tersebut dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan yaitu ketebalan plat, putaran *mandrel*, *radius roller*, serta kehalusan *roller*.

Dari uraian di atas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat kekasaran serta perubahan ketebalan akhir yang dihasilkan dengan variasi ketebalan plat.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah :

1. Menyelidiki kekasaran rata-rata permukaan (R_a) dari variasi ketebalan plat pada proses metal *spinning*.
2. Menyelidiki distribusi ketebalan akhir dari variasi ketebalan plat pada proses metal *spinning*.

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasannya tidak terlalu luas dan menyimpang dari permasalahan, maka lingkup penelitian ini dibatasi sebagai berikut :

1. Proses metal *spinning* menggunakan mesin bubut
2. Material yang digunakan adalah lembaran aluminium seri 1100 dengan diameter 230 mm dengan ketebalan 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm.
3. Menggunakan mandrel berbentuk mangkuk dengan ukuran diameter 150 mm, radius 45 mm, dan panjang 85 mm.
4. Proses *spinning* menggunakan pelumas (oli).
5. Kecepatan putaran *mandrel* 605 rpm.
6. Menggunakan *roller* dengan diameter 85 mm dan radius *roller* 6 mm.
7. Pengukuran ketebalan pada 8 titik yang memungkinkan terjadi perubahan ketebalan.
8. Uji kekasaran menggunakan *Surface Roughness Tester TR200*.
9. Uji ketebalan menggunakan *Mikrometer Sekrup Digital*.

1.4 Tinjauan Pustaka

Kalpakjian, Serope (2001) proses *spinning* adalah suatu proses pemesinan yang digunakan untuk proses pembentukan plat logam sesuai dengan bentuk *mandrel*, dengan menggunakan berbagai *tool* dan *roller*. Prosesnya, *mandrel* dicekam menggunakan *chuck* yang berputar pada sumbunya dan plat yang akan dibentuk ditempelkan pada *mandrel* sehingga berputar seirama dengan *mandrel* sedangkan *roller* bergerak aksial dengan melakukan proses penekanan pada plat sehingga plat akan berubah bentuk yang semula lembaran akan berubah bentuk mengikuti bentuk *mandrel*.

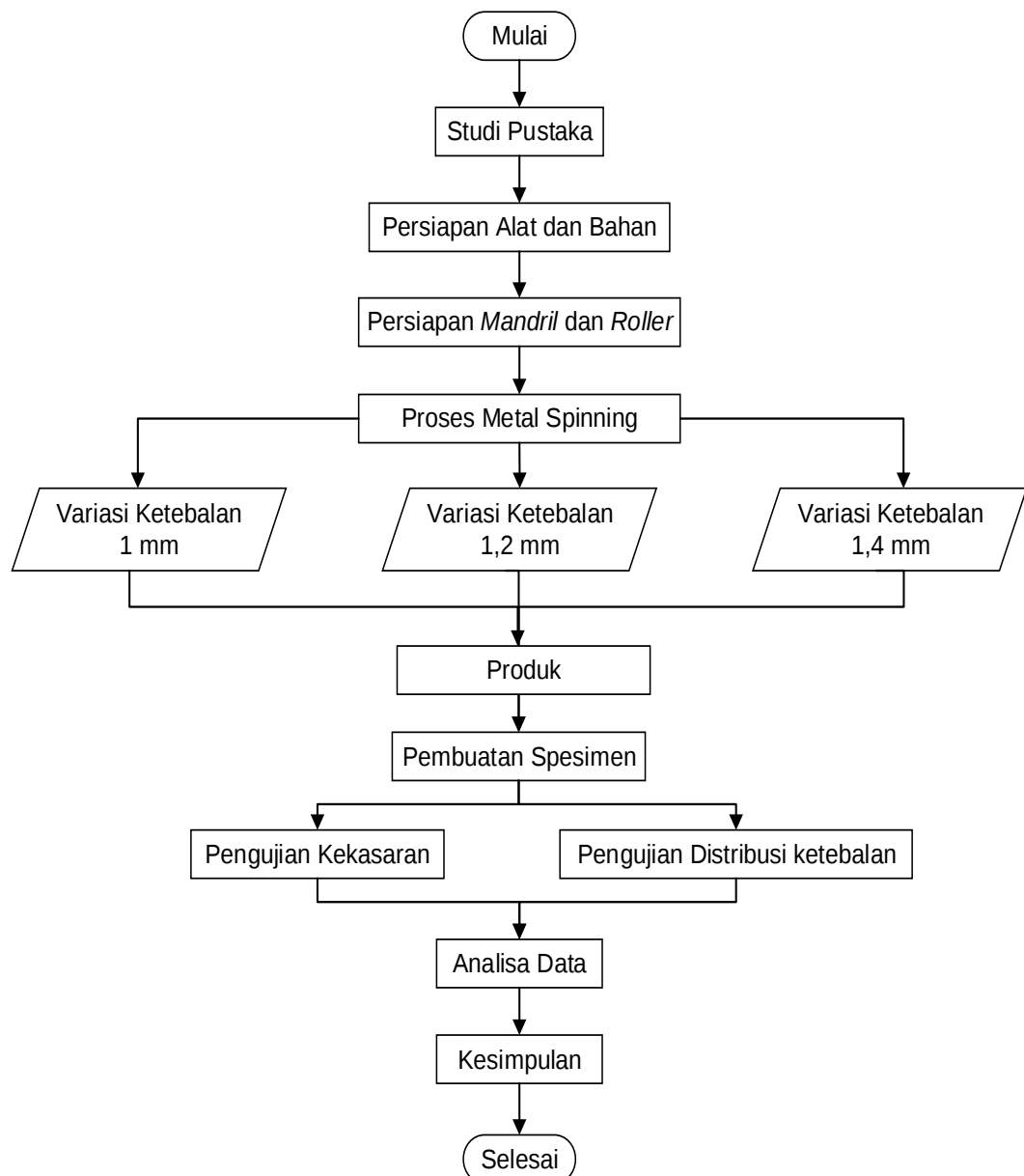
Udayani, K, dkk (2017) pengaruh variasi ketebalan plat terhadap tingkat kekasaran permukaan dengan material aluminium didapatkan hasil pada ketebalan plat 2 mm dengan menggunakan *roller radius* 5 mm dan kecepatan *mandrel* 310 rpm, menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 5.146 μm . Pada ketebalan plat 0.91 mm dengan menggunakan *roller radius* 5 mm dan kecepatan *mandrel* 310 rpm, menghasilkan kekasaran permukaan sebesar 4.596 μm .

M Frncik, dkk. (2017) penelitian mengenai pengaruh parameter terhadap ketebalan. Penelitian ini menggunakan mesin CNC dalam pengerjaannya. Variasi yang digunakan adalah gerakan roller dan kecepatan mandrel. Gerakan roller yang digunakan adalah linier, cekung, dan cembung. Sedangkan kecepatan mandrel menggunakan 400 rpm, 800 rpm, dan 1200 rpm. Plat yang digunakan mempunyai tebal 1 mm. Pengukuran tebal ditentukan pada tiga titik, yaitu pada daerah radius (t_1), bagian tengah (t_2), dan pada ujung produk (t_3). Pada percobaan menggunakan kecepatan mandrel 400 rpm hasil yang didapatkan pada t_1 sebesar 0,931 mm, t_2 sebesar 0,903 mm, dan t_3 sebesar 0,938 mm. Kecepatan kedua adalah 800 rpm dengan nilai ketebalan yang didapatkan pada t_1 sebesar 0,932 mm, t_2 sebesar 0,909 mm, dan t_3 0,945 mm. Sedangkan menggunakan putaran tertinggi yaitu 1200 rpm didapatkan t_1 sebesar 0,943 mm, t_2 sebesar 0,918 mm, dan t_3 sebesar 0,950 mm. Dari hasil penelitian ini, peneliti menyarankan untuk menggunakan kecepatan tinggi untuk melakukan proses *metal spinning* karena dengan kecepatan putar yang tinggi akan meningkatkan gaya deformasi.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan diagram alir seperti dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Alat Dan Bahan

2.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini :

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| a. Mesin Bubut | k. Gunting baja |
| b. Mandrel | l. Sarung tangan |
| c. Pin pemindah | m. tuas pembentuk |
| d. Dudukan tuas | n. rollr |
| e. Pengunci plat (clam) | o. pola |
| f. Kunci chuck | p. Surface Raughness Tester |
| g. Kunci pas | TR200 |
| h. Gerinda | q. Mikrometer Sekrup Digital |
| i. kuas | |
| j. Spidol | |

2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

- a. Aluminium seri 1100 dengan tebal 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm.
- b. Oli

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Proses Metal Spinning

1. Memotong *sheet metal* aluminium dengan diameter 230 mm
2. Memasang *mandrel* ke kepala tetap(*chuck*)
3. Memasang dudukan tuas ke *tool post*
4. Memasang *sheet metal* aluminium diameter 230 mm dihimpit diantara *mandrel* dan kepala lepas.
5. Mengatur kecepatan mandrel 605 rpm
6. Menghidupkan mesin bubut.
7. Memberikan pelumas ke *sheet metal* aluminium dengan kuas.
8. Melakukan proses penekanan pada *sheet metal* aluminium dengan

menggunakan *roller* sampai membentuk sesuai bentuk *mandrel*.

9. Melepaskan produk mangkuk yang sudah jadi dari cetakan *mandrel*.

2.3.2 Uji Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan dilakukan dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester type* TR200 di Laboratorium Teknik Mesin UMS. Langkah-langkah pengujian kekasaran adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen yang akan diuji dan memberikan tanda untuk lintasan *drive unit* pada spesimen.
2. Menyiapkan alat *Surface Roughness Tester type* TR200
3. Mengkalibrasi alat *Surface Roughness Tester type* TR200
4. Menaruh spesimen dibawah *drive unit*
5. Mengatur *Pick Up Position* alat uji pada posisi nol.
6. Menekan tombol *start* untuk memulai pengujian kekasaran.
7. Mengamati nilai *Ra* pada *display* alat uji serta melakukan hal yang sama dari *poin* '1' sampai dengan '6' untuk semua spesimen.

2.3.3 Uji Distribusi Ketebalan

Pengujian ketebalan akhir dilakukan menggunakan alat micrometer sekrup digital yang memiliki ketelitian 0.001mm. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Metrologi Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Langkah-langkah pengujian ketebalan akhir :

1. Menyiapkan spesimen yang akan diuji dengan memberikan tanda titik 1-7 pada spesimen, dengan jarak antar titik 15 mm.
2. Menyiapkan micrometer sekrup digital dan mengkalibrasi dengan menekan tombol zero agar hasil pengukuran lebih akurat.
3. Menempatkan spesimen uji pada poros tetap dan geser.
4. Memutar pengunci micrometer digital supaya tidak bergerak lagi.
5. Mengamati hasil pengukuran pada *display* mikrometer sekrup digital.
6. Mencatat hasil pengukuran ketebalan dari titik 1-7 pada semua spesimen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Proses Metal Spinning

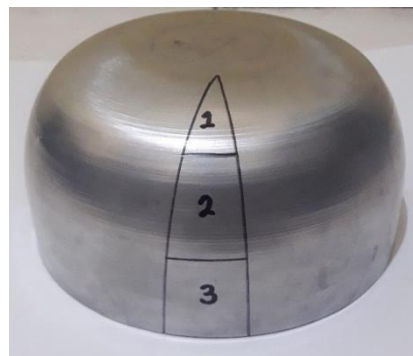
Setelah dilakukan proses metal spinning menghasilkan produk mangkuk, dengan menggunakan variasi ketebalan plat 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm, hasil produk metal spinning dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Hasil Produk Metal Spinning Dengan Tebal Plat 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm.

3.2 Pengujian Kekasaran

Pengujian kekasaran digunakan untuk mengetahui kekasaran rata-rata (R_a) dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* TR200. Pengujian kekasaran dilakukan pada bagian yang datar dan rata, karena apabila tidak rata maka tidak akan terbaca. Setiap produk diambil 3 bagian. Hal tersebut agar dapat mengetahui kekasaran rata-rata permukaan dengan maksimal.



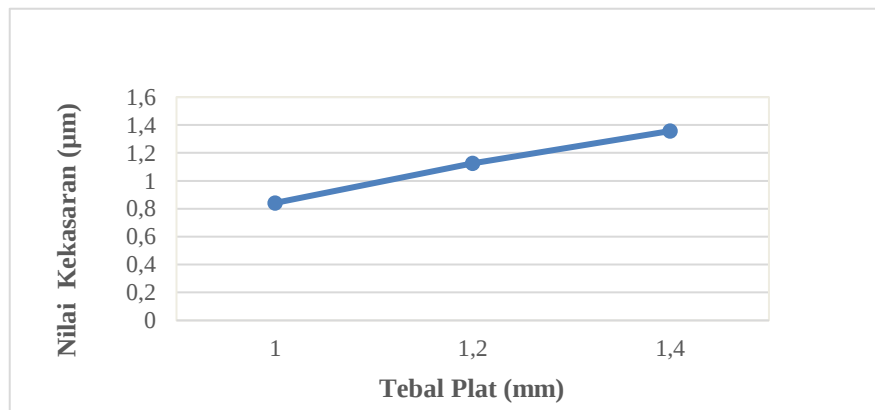
Gambar 3. Spesimen Uji Kekasaran

3.2.1 Hasil Pengujian dan Analisa Kekasaran Pada Bagian 1

Bagian ini berada di dasar mangkuk yang terkena tekanan roller pertama. Pengerjaan pada bagian ini hanya membutuhkan beberapa kali penekanan. Hasil uji kekasarannya dilakukan di tiga titik yang berbeda dan dihitung rata-ratanya. Nilai yang diambil adalah nilai R_a nya yang menunjukkan nilai rata-rata kekasaran pada permukaan yang diukur.

Tabel 1. Hasil pengujian kekasaran pada bagian 1

Tebal Plat (mm)	Roughness Average (μm)
1	0,842
1,2	1,125
1,4	1,357



Gambar 4. Grafik nilai rata-rata kekasaran bagian 1

Dari grafik dan tabel di atas menunjukkan bahwa pada bagian dasar mangkuk memiliki rata-rata kekasaran paling besar atau kasar, dari bagian dinding mangkuk dan ujung mangkuk. Kekasaran yang besar disebabkan bagian tersebut hanya mendapat penekanan dan deformasi plastis paling sedikit. Pada bagian dasar mangkuk hanya mendapat beberapa penekanan sudah menyentuh cetakan. Penggunaan tebal plat 1 mm pada bagian ini menghasilkan kekasaran terkecil atau halus. Hal ini disebabkan karena ketika proses *metal spinning* menggunakan tebal 1 mm, deformasi yang terjadi saat dilakukan penekanan lebih konstan sehingga permukaan yang

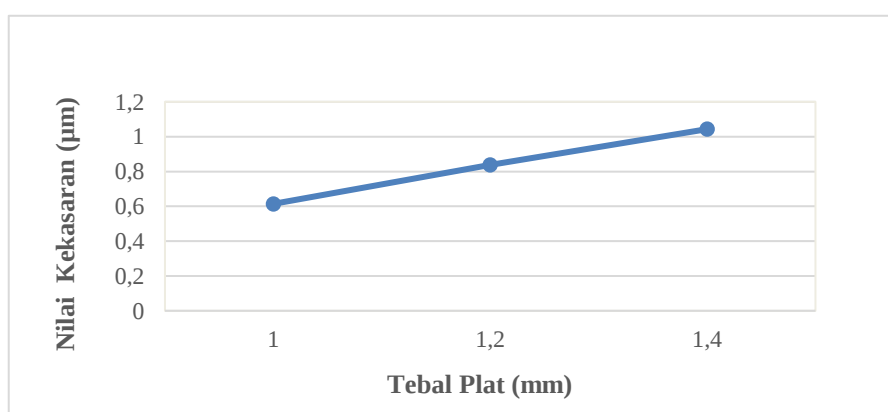
terbentuk lebih halus. pergerakan *roller* juga akan lebih halus jika menggunakan tebal plat 1 mm. Selain faktor itu, ketrampilan operator dalam menggerakkan dan menekan *roller* juga diperlukan agar hasilnya sesuai yang diinginkan.

3.2.2 Hasil Pengujian dan Analisa Kekasaran Pada Bagian 2

Bagian ini terdapat pada dinding mangkuk. Seperti pada bagian satu titik pengukurannya ada tiga yang kemudian diambil nilai rata-rata dari ketiga hasil pengukuran.

Tabel 2. Hasil pengujian kekasaran pada bagian 2

Tebal Plat (mm)	Roughness Average (μm)
1	0,614
1,2	0,837
1,4	1,043



Gambar 5. Grafik nilai rata-rata kekasaran bagian 2

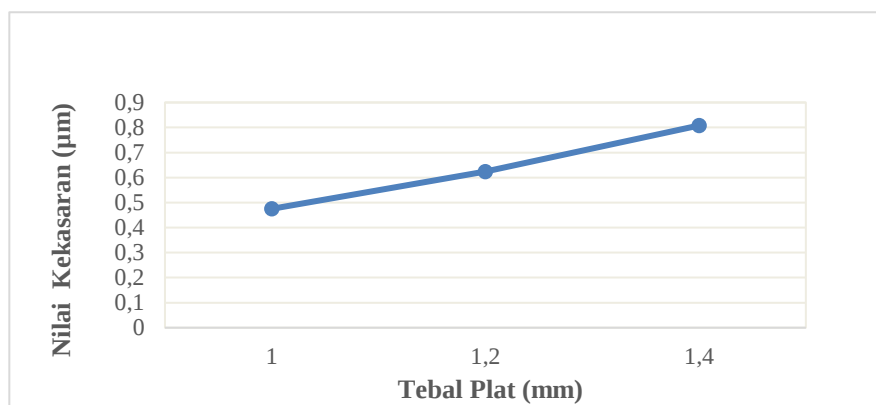
Dari gambar 5. menunjukkan bahwa nilai kekasaran pada bagian dua ini lebih rendah dari bagian satu. Hal ini disebabkan oleh penekanan yang terjadi berulang-ulang dan gaya deformasi yang diberikan lebih besar dari bagian satu. Tetapi, variasi radius *roller* tetap berpengaruh dimana semakin besar radius *roller*, semakin rendah nilai rata-rata kekasarannya.

3.2.3 Hasil Pengujian dan Analisa Kekasaran Pada Bagian 3

Bagian ini berada pada ujung mangkuk. Untuk menguji nilai kekasarannya dilakukan pengujian pada tiga titik yang berbeda dan diambil nilai rata-ratanya.

Tabel 3. Hasil pengujian kekasaran pada bagian 3

Tebal Plat (mm)	Roughness Average (μm)
1	0,475
1,2	0,624
1,4	0,808

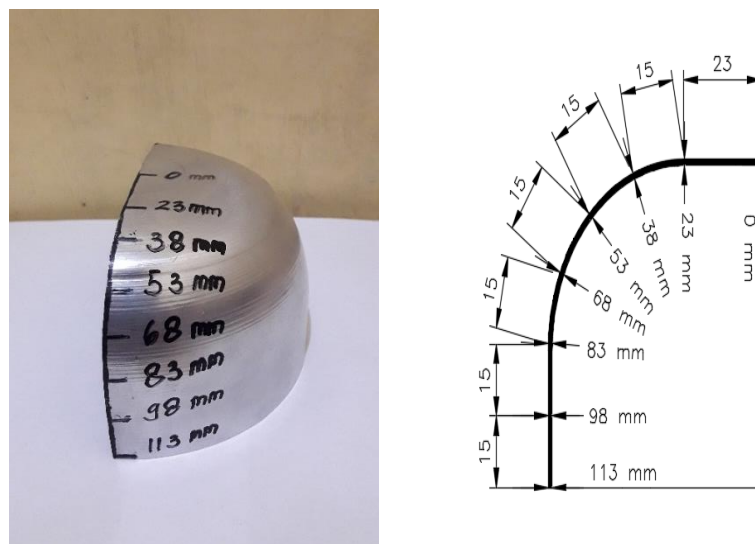


Gambar 6. Grafik nilai rata-rata kekasaran bagian 3

Dari gambar 6. menunjukkan bahwa nilai rata-rata pada bagian ini lebih rendah dari bagian satu dan bagian dua. Pada bagian ini mendapat tekanan yang berulang-ulang dan deformasi plastis paling besar karena jarak plat logam dengan cetakan paling jauh. Deformasi plastis yang besar menghasilkan rata-rata kekasaran paling kecil atau halus. Untuk pengaruh variasi ketebalan plat pada bagian satu, dua dan tiga dimana semakin tipis plat, maka nilai rata-rata kekasarannya lebih rendah. Selain faktor radius *roller*, kecepatan putar mandrel, faktor kemampuan operator sangat dibutuhkan. Jika operator sudah berpengalaman, maka sudah paham kecepatan dalam menggerakkan rollernya.

3.3 Pengujian Distribusi Ketebalan

Pengujian ketebalan dilakukan untuk mengetahui pengaruh proses *metal spinning* terhadap perubahan ketebalan. Pengukuran ini dilakukan menggunakan mikrometer digital dengan ketelitian 0.001 mm. Pengujian ketebalan di tentukan pada 8 titik dengan jarak antar titik yaitu 15 mm.



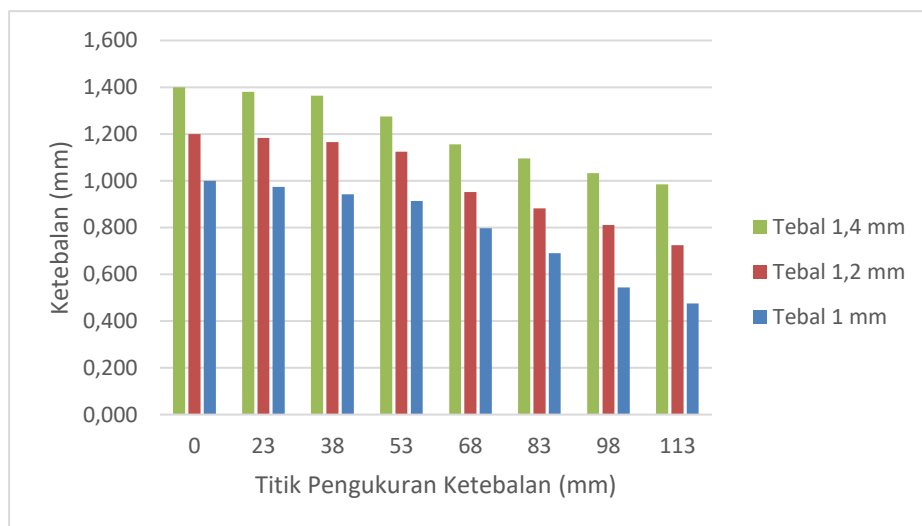
Gambar 7. Spesimen Uji Ketebalan

3.3.1 Hasil Pengujian variasi tebal plat 1 mm, 1.2 mm, dan 1.4 mm terhadap distribusi ketebalan

Dari setiap variasi tebal plat dibuat tiga spesimen diukur dan dihitung rata-rata perubahan ketebalannya. Berdasarkan hasil rata-rata dari 3 spesimen yang diukur dapat dilihat pada tabel 4

Tabel 4. Pengaruh Variasi tebal plat terhadap distribusi ketebalan

Tebal Plat (mm)	Ketebalan (mm)							
	Jarak 0 mm	Jarak 23 mm	Jarak 38 mm	Jarak 53 mm	Jarak 68 mm	Jarak 83 mm	Jarak 98 mm	Jarak 113 mm
1	1,000	0,973	0,942	0,914	0,798	0,691	0,544	0,475
1,2	1,200	1,183	1,165	1,124	0,952	0,882	0,811	0,724
1,4	1,400	1,380	1,364	1,274	1,156	1,096	1,033	0,984



Gambar 8. Grafik pengaruh variasi tebal plat 1 mm, 1,2 mm, 1,4 mm terhadap distribusi ketebalan akhir pada proses metal spinning

Berdasarkan tabel dan grafik di atas menunjukkan aluminium tebal 1 mm mengalami perubahan ketebalan ketebalan paling besar dibandingkan aluminium tebal 1,2 mm dan 1,4 mm. Hal ini dikarenakan pada saat proses spinning aluminium tebal 1mm lebih mudah cepat merenggang dibandingkan tebal plat aluminium yang lain karena ukuran ketebalan yang tipis sehingga deformasi perubahan

ketebalan menjadi lebih besar karena mengalami perenggangan yang lebih cepat dibandingkan dengan plat tebal 1,2 mm dan 1,4 mm. Semakin tebal plat yang digunakan maka perubahan ketebalan semakin kecil, dan apabila tebal plat semakin kecil/ tipis maka perubahan ketebalan semakin besar. Hal ini dikarenakan pada saat proses spinning gaya yang diberikan sama sehingga plat tebal 1 mm mengalami perubahan ketebalan paling besar.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan data yang diperoleh, dapat disimpulkan :

1. Hasil pengukuran kekasaran pada 3 bagian dari mangkuk dengan bahan aluminium seri 1100 dengan variasi ketebalan 1 mm, 1,2 mm dan 1,4 mm kecepatan mandrel 605 rpm, menggunakan tebal plat 1 mm pada bagian 1 sebesar 0,842 μm , bagian 2 sebesar 0,614 μm , bagian 3 sebesar 0,475 μm . Menggunakan tebal plat 1,2 mm nilai kekasaran pada bagian 1 sebesar 1,125 μm , bagian 2 sebesar 0,837 μm , bagian 3 sebesar 0,624 μm . Menggunakan tebal plat 1,4 mm nilai kekasaran pada bagian 1 sebesar 1,357 μm , bagian 2 sebesar 1,043 μm , bagian 3 sebesar 0,808 μm . Semakin tebal plat kekasaran rata-rata permukaan yang dihasilkan semakin besar atau cenderung kasar. Sebaliknya semakin tipis plat kekasaran rata-rata permukaan yang dihasilkan semakin halus atau.
2. Hasil pengukuran ketebalan menunjukkan bahwa penggunaan tebal 1 mm mengalami distribusi ketebalan yang paling besar dibandingkan dengan tebal 1,2 mm dan 1,4 mm . Hal ini dikarenakan gaya tekan yang diberikan pada plat sama. Semakin tebal plat yang digunakan maka distribusi ketebalan semakin kecil, dan sebaliknya apabila tebal plat semakin tipis maka distribusi ketebalan semakin besar.

4.2 Saran

Dari keseluruhan proses penelitian ini penulis mempunyai saran yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Sebelum melakukan penelitian sebaiknya mempelajari teorinya terlebih dahulu, agar pada saat melakukan penelitian bias berjalan dengan baik.
2. Sebelum melakukan proses penelitian sebaiknya mesin yang akan digunakan dikalibrasi terlebih dahulu agar hasil yang dihasilkan mendekati sempurna.
3. Pada proses penelitian ini yang harus diperhatikan yaitu desain mandrel dan radius roller karna keduanya sangat berpengaruh terhadap tingkat keberhasilan proses metal spinning.
4. Kehalusan roller perlu diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap kekasaran hasil proses pemesian.
5. Saat memasang mandrel diusahakan senter dengan kepala lepas agar saat proses spinning tidak goyang.

PERSANTUNAN

Terimakasih Kepada Bapak Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Naskah Publikasi atas bimbingannya dalam penyelesaian Naskah Publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bewlay, B.P, 2006. *Spinning*, SM International. All Rights Reserved. ASM Handbook, Volume 14B, Metalworking: Sheet Forming
- Kalpakjian, Serope. 2001. *Manufacturing Engineering And Tecnology*, 4th edition. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- M Frncik, dkk. 2017. *The Effect of Conventional Metal Spinning Parameters on The Spun-Part Wall Thickness Variation*. Institut of Production Thecnologies, Slovakia.
- Manyur Tapase, dkk. 2014. *Metal Spinning-Design Consideration and Parameter of Spinning Process and Its Terminology*. Departemen of Mechanical Enginerring. India.
- Nur Husodo, dkk. 2011. *Proses Produksi Produk Wajan Bahan Plat Karbon dengan Metode Spinning*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Pawar, Pratik, dkk. 2017. *Review on Spinning Attachment to Lathe Machine*. International Conference on Ideas, Impact and Innovative in Mechanical Engineering (ICIIME). Volume 5. Issue 6. Hal.1280-1291.
- Udayani, K, dkk. 2017. *Optimization of Process Parameter of Metal Spinning Using Respon Surface Methodology*. International Journal of Emerging Technology in Engineering Research (IJETER). Volume 5. Issue 4. Hal. 253-256.
- Wahyudi, Muhamad. 2005. *Perhitungan gaya pembentukan pada proses pembuatan wajan bahan tembaga dengan metode shear spinning*. Tugas Akhir D3 Teknik Mesin, FTI, ITS, Surabaya.
- Yohanes Ade Kristiawan, 2007. *Pengaruh variasi ketebalan bahan stainless Steel terhadap kekasaran Permukaan pada Proses shear spinning untuk produk wajan*. ITS, Surabaya